



GamesOnTrack A/S, Uhresøvej 35, DK 7500 Holstebro, Denmark, www.gamesontrack.com

Tel: +45 3070 3777, email: nb@gamesontrack.com, CVR and VAT number: DK 3105 3013

English: Setting up a satellite system

Page 1-6

Einrichten des Satellitensystems – deutsch

Seite 7-12

Opsætning af satellitsystemet -dansk

Side 13-17

Setting up a satellite system

Just as an outdoor GPS, the indoor system is applied for accurate measuring of where a given vehicle is positioned at any time. The method is that more satellites – often in the ceiling – measure the distances to a given vehicle simultaneously. These distances are converted, like for a GPS, to the position of the vehicle in the room.

Designations:

Satellite: The unit hanging in the ceiling or mounted on the side/wall



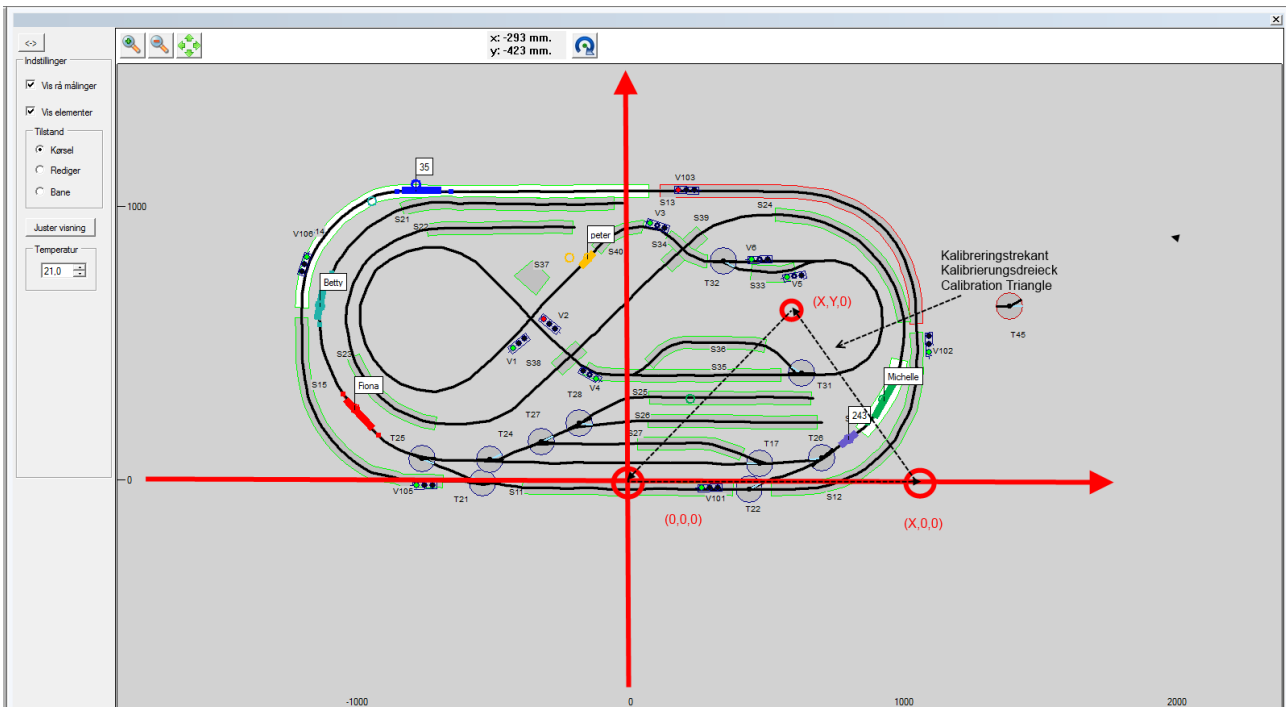
3 satellites in triangle in ceiling:



Sender: Unit which is driving or to be measured



Calibration triangle: The triangle which you draw on your layout, and of which you measure the side lengths. The points in it are applied for calculation of the satellite positions. The base line of the calibration triangle is your X axis in your coordination system and the plan of the triangle is your basic plan.



Scenario: A scenario is a coordination system with one, two or more satellites with known coordinates. The coordinates are found by means of the calibration triangle. Up to 6 satellites can be contained in a scenario. There can be more scenarios in a room.

Connected scenarios: One scenario is selected to be main scenario. All positions in the other scenarios are added extra values, so that instead of being local coordinates, they now fit in the coordinate system of the main scenario. Due to the fact that all scenarios are born with their own 0 point, this corresponds to shifting the 0 points of the scenarios in relation to the main scenario.

Standard setup

You will need 3 satellites. They are to be mounted in the ceiling or up high at the wall forming a triangle with side lengths of between 1 and 2 metres. We allow up to 5 metres but we recommend to gather the satellites due to handling of measuring uncertainty.

The best position is when each satellite hangs/points with its opening angled downwards, approx. 30-45 degrees in relation to the ceiling towards the most far-off point to measure.

The satellites will need power supply, which should be direct current or e.g. DCC from model railway systems. Newer versions can apply batteries.

Calibration

Calibration means that the positions of the satellites are calculated so that they will have a unique 3D coordinate exactly like outdoor GPS.

You decide how your local coordinate system should be positioned. We recommend you to follow below procedure when positioning it:

- 1) Stand in front of what you want to measure: a layout, a rail, or a floor.
- 2) Imagine that the drawing of your layout looks like the one in the illustration above. The part of the layout nearest to you is at the bottom of the screen. In front of you is a horizontal layout. This is to be displayed on a screen. You could take a picture from the ceiling with a camera. When looking at the picture on a screen, the bottom edge of the picture is the part of the layout nearest to you. That is if you hold the camera in the normal position.
- 3) Position your "global" 0,0,0 to the left of you and mark it with a cross, pin, or label on the layout, so that you can use it again.
- 4) Place your X axis pointing to the right of you and set a point which marks this direction between 1 and 2 metres to the right. The point is called X,0,0. Mark it with a label, pin or a cross.
- 5) Fix your basic plan. You do this by setting a third point in front of you approx. 1-2 metres further in, so that your 3 points form a triangle. We call the third point X, Y, 0. This triangle is your basic plan. A good thing would be if your basic plan is the same plan as your floor, your table or your board. It is not important where X,Y,0 is positioned, whether the 3 points form a right-angled triangle, isosceles or asymmetric triangle. Only, no sides can be shorter than 400 mm and longer than 2000 mm, and no angles can be too acute. Use an isosceles. Mark the point with a label, pin or cross. We call this triangle your calibration triangle (contrary to the satellite triangle).
- 6) Using a measuring tape, you measure the lengths of the sides of your calibration triangle:
 - a. At first 0,0,0 to X,0,0
 - b. Next X,0,0 to X,Y,0
 - c. Finally X,Y,0 to 0,0,0

- 7) Now the 3 satellites for this coordinate system are calculated by measuring the distances from all 3 satellites to the 3 points in your calibration triangle. This is done in the GT-Command program or in our SW-kit. In GT-Command you choose *Edit/Scenario* – in this way you built your first scenario. You measure the distance by means of a sender, e.g. a container sender, car, train or battery sender. The sender is placed on the 3 points, one at a time, at a row starting with 0, 0, 0 and ending with X, Y, 0 and stays on each point long enough for all 3 distances to be measured stably – this appears from the program, often it takes only 2-3 seconds. When all distances have been measured, the measuring process is done.
- 8) Enter the 3 distances that you measured with the measuring tape in mm in the distance table and press OK in the program. When reopening the scenario, it has turned green and is ready.

You have now made an indoor satellite system and can measure a position on any sender visible for the 3 satellites and which are within reach of the sender. It depends on the strength of the sender but normally it is 6 m for small layouts. We call the measuring system a scenario – here a 3D scenario. You can give it your own name.

Extend you satellite system with more satellites

You can extend your monitoring to areas which your first scenario cannot cover; e.g. if you have a hidden lower floor, if you have a larger area or if you have a number of objects hindering proper measuring at a certain location of your layout.

All the time, the principle is that either you extend with a new scenario or you add more satellites in an existing scenario.

Add a satellite to an already known 3D scenario

- 1) Setup another satellite in connection with the 3 that you already have. Maximum 5 metres away from the one which is farthest away.
- 2) Use GT-Command and select in the scenario *Add new satellite*.
- 3) Use a sender for calculation of the new one. This is done by moving the sender around to 4 random positions, from which the sender can see the new satellite as well as the other 3 ones. GT-Command keeps count of, whether your measuring positions are acceptable. Use e.g. 4 points in a rectangle, shortest distances approx. 500 mm. A progress bar shows if/when a measuring point has been accepted and you can move on to the next point.
- 4) Click OK when you have finished. Now 4 satellites have distances to you calibration triangle and now up to 4 satellite triangles (measuring triangles) can be applied for measuring of positions (4 combinations of 4 satellites). See the valid combinations under *Measuring triangles* in the program. Some triangles will NOT be valid, because the sides are too long or the angles too narrow. The measuring system will, if required, find the triangle which measures best.
- 5) You can extend in this way up to max. 6 satellites in one scenario, but...
- 6) The measuring method has the weakness that it increases the uncertainty of the new triangles, because the distances to be used for measuring are too long. You see this from the increasing height over the plan and the formation of sort of a "banana effect". We therefore recommend only to extend a scenario with a few receivers. For larger extensions we recommend to follow the below procedure.

Add a new scenario

You can add a new scenario with 3 satellites. You can reuse 1 or 2 satellites from an earlier scenario. Create a new scenario in the system. Follow the method described under calibration. The most important thing in this regard is:

- 1) You are now to make a new calibration triangle with 3 new measuring points. It is important that this triangle is in level with the first triangle and out of practical reasons, it is recommended (but not necessary) that its axes are parallel with the axes of the first calibration triangle.
- 2) When the new scenario has been calibrated, it has its own 0,0,0. This is now to be shifted on the computer, so that its position fits with the real distances to the main scenario (your first scenario). If the new 0 point is positioned e.g. 4 metres out of the X axis on the first scenario and 3 metres behind the X axis, then the new scenario on the PC is shifted +4000 mm in X and -3000 mm in Y in relation to the main scenario.
- 3) This is done in the menu point *Connect scenarios*. Here the main scenario is fixed and you cannot move it. Select the scenario to move by clicking on it. Use the arrow keys to shift the scenario and e.g. rotate it, if it is a little or much twisted. You just close the window when finished.
- 4) If you are building with cars or trains and extend, where you can drive with a sender, then you can draw in 3D in the window *Connect scenarios* by moving the sender. When drawing this, a track is drawn on the screen in two colours, one for each scenario. You can then freeze a recording, which fits both scenarios. Now you just have to move your new scenario by means of the arrow keys, so that the two tracks are situated precisely on top of each other.
- 5) If your new scenario is situated under/on top of the main scenario, you can use the same method. The only difference is that it is seldom possible to measure in both scenarios simultaneously, apparently only for a short transition period, or the transition period is hidden for both scenarios. So you will have to measure all 3 shiftings with a measuring tape. Remember to measure in a direction away from the main scenario. It is recommended to keep parallel axes such as a physical edge or a wall.

In this way you can in principle extend your room for as long as you have satellites.

2D scenario

A 2D-scenario is a special scenario with only 2 receivers. A precondition is that you drive at a fairly plane area or only want to measure in one height.

The 2D scenarios are well-suited for long, low areas such as fiddle yards and parking places. The principles are:

- 1) At least 2 max. 6 receivers placed in a row and in the same height above the plan on which to measure.
- 2) Set up the receiver in an as high position as possible OUTSIDE the outer track, preferably approx. 300 mm
- 3) The first receiver is 0, 0, 0. The first receiver is to the left when you are standing in front of the layout and the receivers are between you and the layout.
- 4) The scenario is measured manually with a measuring tape. You are only to use 1 height, which is the height above the driving objects (remember to deduct the height of the vehicle) and all

distances between the receives in order and accumulated. These are entered to the scenario, once measured.

- 5) Your 2D scenario can work alone also with large height/distance.
- 6) The scenario can be combined with e.g. a 3D scenario. Remember that the 2D scenario has its 0 plan exactly in the opening of the satellite. When shifting the 2D scenario in *Connect scenarios*, as described above, you will have to keep track of which Z value you want to add to it. If it is e.g. a fiddle yard under your layout with 30 cm height difference, then the 2D scenario will, as soon as a vehicle is showing up, measure this in X and Y and in this height in relation to the main scenario, that you insert, e.g. -300 mm. If you at a later time connect these tracks, you will have an abrupt drop, which is not good for the calculation of progressing of a position. Therefore; make a gliding transition in the 3D position drawing.

Einrichten des Satellitensystems

Genau wie ein Außen-GPS wird ein Innen-GPS für präzise Messungen von Positionen bestimmter Fahrzeuge verwendet. Dieses geschieht, indem mehrere Satelliten – meistens an der Decke – gleichzeitig den Abstand zu einem bestimmten Fahrzeug messen. Diese Abstände werden, wie beim GPS, zu Fahrzeugpositionen im Raum umgerechnet.

Bezeichnungen:

Satelliten: Einheit, die an der Decke oder an den Seiten/Wänden hängt



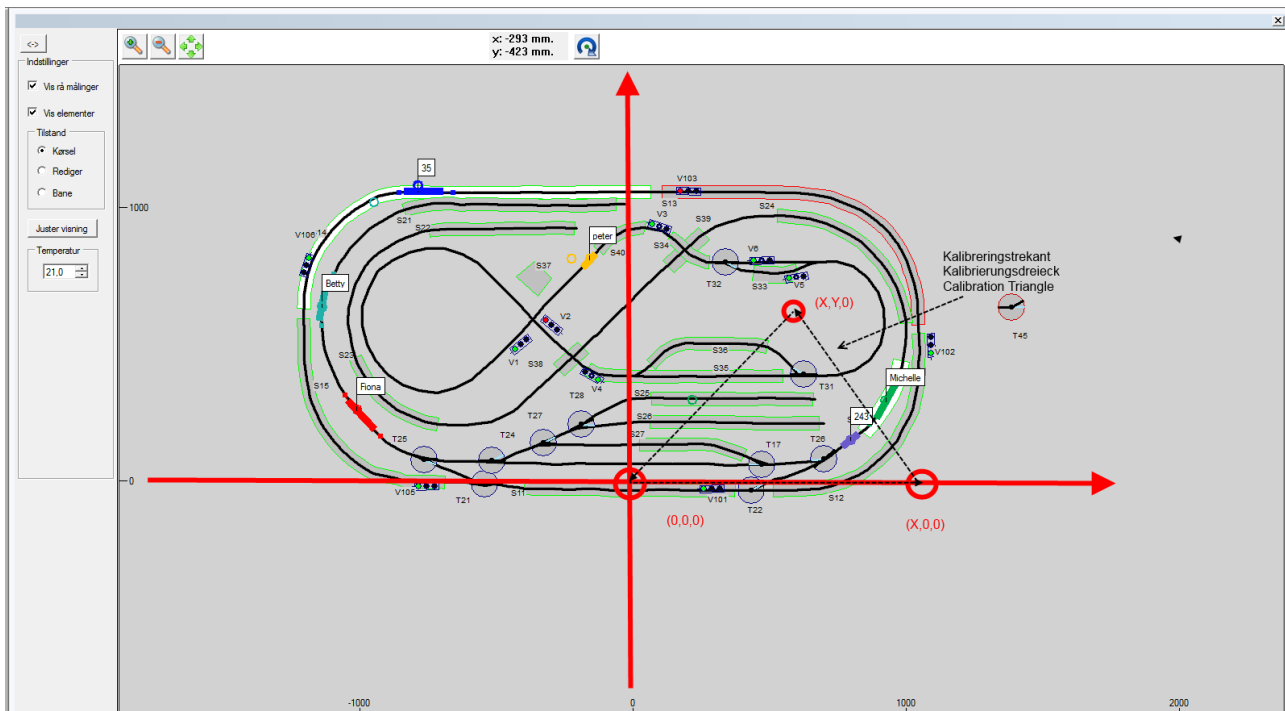
3 Satelliten in einem Dreieck an der Decke:



Sender: Einheit, die fährt oder gemessen werden soll



Kalibrierungsdreieck: Das Dreieck, das Sie selber auf Ihre Anlage zeichnen und von dem Sie selber die Seitenlängen messen. Die Punkte darin werden zur Berechnung der Satellitenposition verwendet. Die Grundlinie des Kalibrierungsdreiecks bildet die X-Achse in Ihrem Koordinatensystem und die Fläche des Dreiecks ihre Grundfläche.



Szenario: Ein Szenario besteht aus einem Koordinatensystem mit einem, zwei oder mehr Satelliten mit bekannten Koordinaten. Die Koordinaten wurden mit Hilfe des Kalibrierungsdreiecks gefunden. Es können bis zu 5 Satelliten in einem Szenario sein. In einem Raum können sich mehrere Szenarien befinden.

Verbundene Szenarien: Ein Szenario wird als Hauptszenario definiert. Allen Positionen der übrigen Szenarien werden zusätzliche Werte zugelegt, so dass diese anstelle von lokalen Koordinaten in das Koordinatensystem des Hauptszenarios passen. Da alle Szenarien von Beginn ihren jeweils eigenen 0-Punkt haben, bedeutet dieses, dass der 0-Punkt der Szenarien im Verhältnis zum Hauptszenario verschoben wird.

Standard-Setup

Es sind 3 Satelliten notwendig. Diese müssen an der Decke oder hoch oben an einer Wand in einem Dreieck mit einer Seitenlänge von 1 bis 2 m befestigt werden. Bis zu 5 m können wir zulassen, wir empfehlen aber die Satelliten aus Gründen der Messungsgenauigkeiten zu bündeln.

Die Platzierung ist am besten, wenn jeder Satellit mit seiner Öffnung mit einem Winkel von 30-45 Grad im Verhältnis zur Decke nach unten zeigt und in die Richtung des Messpunktes zeigt, der an weitesten entfernt ist.

Die Satelliten benötigen Strom. Es muss Gleichstrom sein oder evtl. DCC vom Modelleisenbahnsystem. Neuere Varianten sind auch batteriebetrieben.

Kalibrierung

Kalibrierung bedeutet, dass die Position der Satelliten so berechnet wird, dass diese eine eindeutige 3D-Koordinate erhalten, genau wie ein Außen-GPS.

Sie entscheiden, wie ihr lokales Koordinatensystem festgelegt werden soll. Wir empfehlen, dass Sie es wie folgt festlegen:

- 1) Stellen sie sich vor dem, was sie messen möchten: Eine Anlage, eine Bahn oder ein Fußboden.
- 2) Stellen Sie sich vor, die Zeichnung Ihrer Anlage würde so aussehen wie auf der obigen Figur. Der Teil der Bahn, die am dichtesten bei ihnen ist, befindet sich zu unters auf dem Bildschirm. Vor Ihnen liegt eine waagerechte Anlage. Diese soll auf einem Bildschirm wieder gegeben werden. Sie könnten mit einer Kamera von der Decke ein Bild machen. Wenn Sie dieses Bild auf einem Bildschirm sehen würden, wäre die Unterkante des Bildes der Teil der Anlage, der am dichtesten bei Ihnen wäre, wenn Sie die Kamera wieder normal halten würden.
- 3) Legen Sie den „globalen“ 0,0,0-Punkt aus ihrer Sicht links fest, markieren Sie diesen mit einem Kreuz, einer Heftzwecke oder einem Label, so dass die ihn wieder verwenden können.
- 4) Lassen Sie die X-Achse nach rechts zeigen und legen sie einen Punkt fest, der in diese Richtung 1 bis 2 m entfernt liegt. Dieser Punkt wird X,0,0 genannt. Den Punkt mit einem Label, einer Heftzwecke oder einem Kreuz versehen.
- 5) Legen Sie ihre Grundfläche fest. Dieses tun Sie, indem Sie einen 3. Punkt festlegen, der etwa 1-2 m in den Raum geht und mit den vorigen 2 Punkten ein Dreieck bildet. Dieser 3. Punkt heißt X,Y,0. Dieses Dreieck ist nun Ihre Grundfläche. Besonders gut wäre, wenn es in der gleichen Ebene liegt wie ihr Fußboden, ihr Tisch oder ihre Unterlage. Es ist nicht so entscheidend, wo ihr X,Y,0 liegt, ob die 3 Punkt ein rechtwinkliges, gleichschenkliges oder schräges Dreieck bildet. Nur dürfen die Seiten nicht kürzer als 400 mm oder länger als 2000mm sein und keine der Winkel allzu spitz. Am besten wäre ein gleichschenkliges Dreieck. Den Punkt mit einem Label, einer Heftzwecke oder einem Kreuz versehen. Dieses Dreieck wird das Kalibrierdreieck genannt (im Gegensatz zum Satellitendreieck)
- 6) Mit einem Messband messen Sie nun die Länge der Seiten des Kalibrierdreiecks:
 - a. Erst 0,0,0 bis X,0,0
 - b. Dann X,0,0 bis X,Y,0
 - c. Zuletzt X,Y,0 bis 0,0,0
- 7) Jetzt werden die 3 Satelliten in diesem Koordinatensystem berechnet, indem die Abstände von den 3 Satelliten zu den 3 Punkten ihres Kalibrierungsdreiecks gemessen werden. Diese geschieht im GT-Command Programm oder unserem SW-Kit. In GT-Command wählen Sie *Szenario bearbeiten* – hiermit bauen Sie ihr erstes Szenario auf. Sie messen den Abstand mit Hilfe eines Senders, z. B. einem Container-Sender, einem Auto, eine Zug oder einem Batteriesender. Der Sender wird an den 3 Punkten platziert, einen aufs Mal und ein der Reihenfolge beginnen mit 0,0,0 und abschließen mit X,Y,0. An jedem Punkt den Sender lange genug stehen lassen, bis die 3 Abstände stabil gemessen worden sind – welches im Programm gesehen werden kann und meistens nur 2-3 Minuten dauert. Wenn alle Abstände gemessen sind wird der Messprozess abgeschlossen.
- 8) Tragen Sie die 3 Abstände, die Sie mit dem Messband in mm gemessen haben in die Abstandstabelle ein und wählen OK im Programm. Wenn Sie das Szenario wieder öffnen wird es grün sein und bereit angezeigt.

Sie haben jetzt ein Innen-Satellitensystem erstellt und können nun jede Position von jedem Sender messen, der von den 3 Satelliten „gesehen“ werden kann und in der Reichweite der Sender liegen. Dieses hängt von

der Sendestärke ab, welche normalerweise bei kleinen Anlagen bei 6 m liegt. Wir nennen dieses Messsystem ein Szenario – hier ein 3-D-Szenario. Sie können es einen Namen ihrer Wahl geben.

Erweitern des Satellitensystem mit weiteren Satelliten

Sie können die Überwachung auf Bereiche erweitern, die ihr erstes Szenario nicht abdeckt, z.B. wenn Sie eine verborgene Unteretage, eine größere Fläche oder Elemente haben, die eine gute Messung an einer bestimmten Position ihrer Anlage verhindert.

Als Prinzip gilt, dass Sie entweder mit einem neuen Szenario erweitern oder das bestehende Szenario mit weiteren Satelliten ausbauen.

Ein bereits bekanntes 3-D Szenario mit einem Satelliten ausbauen

- 1) Montieren Sie einen weiteren Satelliten in Verbindung mit den bestehenden 3 Satelliten. Max. 5 m Abstand zu dem Satelliten, der am weitesten entfernt ist.
- 2) Nutzen Sie GT-Command und wählen Sie *Neuen Satelliten hinzufügen*
- 3) Verwenden Sie einen Sender um den Abstand zum neuen Satelliten zu berechnen. Dieses geschieht, indem der Sender an 4 verschiedene, zufällige Positionen gestellt wird, an welchen der Sender sowohl den neuen als auch die 3 bisherigen Satelliten sehen kann. GT-Command ermittelt selber, ob die Messpositionen gut genug sind. Nutzen Sie z.B. 4 Punkte in einem Rechteck mit einem Mindestabstand von etwa 500 mm. Ein Prozessbalken zeigt an, ob/wann ein Messpunkt akzeptiert ist und Sie können den Sender zum nächsten Punkt umsetzen.
- 4) Wenn Sie fertig sind, OK anklicken. Nun haben 4 Satelliten Abstände in Ihrem Kalibrierungsdreieck und nun können bis zu 4 Satelliten-Dreiecke (Messdreiecke) zur Positionsbestimmung genutzt werden (4 Kombinationen von 4 Satelliten). Siehe gültige Kombinationen unter Messdreiecke im Programm. Einige Dreiecke sind nicht gültig, da die Seiten zu lang oder die Winkel zu klein sind. Das Mess-System findet das jeweils beste Mess-Dreieck.
- 5) Auf diese Weise können Sie ein Szenario auf bis zu max. 6 Satelliten ausbauen. Aber...
- 6) Die Schwäche dieser Messmethode besteht darin, dass die Unsicherheiten mit neuen Dreiecken steigt, weil große Abstände für die Messungen verwendet werden müssen. Dieses kann man dadurch erkennen, dass die Höhe über der Ebene größer wird, und eine Art „Bananen-Effekt“ auftritt. Es empfiehlt sich daher ein Szenario nur mit wenigen Empfängern auszubauen. Bei größeren Erweiterungen wird nachfolgende Vorgehensweise empfohlen

Neues Szenario hinzufügen

Sie können ein neues Szenario mit 3 Satelliten hinzufügen. 1 oder 2 Satelliten können von früheren Szenarien wiederverwendet werden. Richten Sie ein neues Szenario im System ein. Folgen Sie der unter Kalibrierung beschriebenen Methode. Das wichtige hierbei ist:

- 1) Sie müssen ein neues Kalibrierungsdreieck mit 3 neuen Messpunkten erstellen. Es ist wichtig, dass sich dieses Dreieck in gleicher Ebene wie das erste Dreieck befindet und aus praktischen Gründen ist es empfehlenswert (aber nicht direkt notwendig) die Achsen dieses Dreiecks parallel mit den Achsen des ersten Kalibrierungsdreiecks sein.
- 2) Wenn das neue Szenario kalibriert ist, hat es sein eigenes 0,0,0. Dieses muss nun auf dem Computer verschoben werden, so dass die Position des Dreiecks mit den wirklichen Abständen zum

Hauptszenario (ihrem Hauptszenario) übereinstimmt. Wenn der neue 0-Punkt beispielsweise bei 4 m auf der X-Achse des ersten Szenarios und 3 m unter der X-Achse liegt, muss das neue Szenario auf dem PC um +4000m in der X-Richtung und -3000 mm in der Y-Richtung des ersten Szenarios verschoben werden.

- 3) Dieses kann unter dem Menüpunkt *Szenarien verbinden* geschehen. Hier wird das Hauptszenario definiert, dass Sie nicht verschieben können. Wählen Sie das Szenario, dass Sie verschieben möchten, indem Sie es anklicken. Verwenden Sie die Pfeil-Tasten um das Szenario zu verschieben, und drehen Sie es, falls es nicht richtig liegt. Das Fenster schließen, wenn Sie fertig sind.
- 4) Wenn Sie Autos und Zügen bauen und den Bereich erweitern, in dem Sie mit einem Sender fahren können, dann können Sie in 3D im Fenster *Szenarien verbinden* zeichnen, indem Sie einfach den Sender bewegen. Dabei zieht sich eine zweifarbige Spur über den Bildschirm, eine Farbe für jedes Szenario. Sie können dann eine Momentaufnahme einer Aufnahme machen, die für beide Szenarien gut ist. Sie müssen dann nur noch mit den Pfeiltasten ihr neues Szenario verschieben, so dass die beiden Spuren präzise übereinander liegen.
- 5) Wenn Ihr neues Szenario über oder unter dem Hauptszenario liegt, können Sie die gleiche Methode anwenden. Der Unterschied besteht nur darin, dass Sie in diesen zwei Szenarien nur selten gleichzeitig messen können. Die Messungen sind nicht gleichzeitig sichtbar in die beiden Szenarien. Dann müssen alle 3 Verschiebungen mit einem Messband gemessen werden. Beachten Sie, dass Sie immer mit dem Hauptszenario als Ausgangspunkt messen. Es ist von Vorteil an parallelen Achsen festzuhalten, z.B. einer physischen Kante oder einer Wand.

Auf diese Weise können Sie im Prinzip so lange wie Sie Satelliten haben ihren Raum erweitern.

2D-Szenario

Ein 2D Szenario ist ein spezielles Szenario mit nur 2-6 Empfängern. Es setzt voraus, dass Sie relativ eben fahren oder nur in einer Höhe messen möchten.

2D-Szenarien sind gut für lange, flache Flächen, z.B. Schattenbahnhöfen oder Parkplätzen. Folgende Prinzipien gelten:

- 1) Mindestens 2, max. 6 Empfänger, die in einer Reihe in der gleichen Höhe über der Ebene, auf der gemessen werden soll, befestigt sind.
- 2) Mit der Öffnung so weit oben wie möglich außerhalb des äußersten Gleises, am besten etwa 300 mm, befestigen.
- 3) Der erste Empfänger stellt den Punkt 0, 0, 0 dar. Der erste Empfänger ist links, wenn Sie vor der Anlage stehen und die Empfänger zwischen ihnen und der Anlage.
- 4) Das Szenario wird manuell mit dem Messband gemessen. Sie brauchen nur EINE Höhe, nämlich die Höhe über den fahrenden Objekten (Achtung; die Höhe des Fahrzeuges abziehen), und alle Abstände zwischen den Empfängern in Reihe und als Summe. Diese werden ins Szenario eingetragen wenn sie gemessen sind.
- 5) Ihr 2D-Szenario kann ohne Probleme auch autark arbeiten, auch mit großen Höhen/Abständen.
- 6) Das Szenario kann auch in z.B. einem 3D-Hauptszenario eingehen. Beachten, dass das 2D-Szenario sein 0-Plan genau in der Satellitenöffnung hat. Wenn Sie in *Szenarien verbinden* ihr 2D-Szenario

verschieben, wie oben beschrieben, können Sie selber entscheiden, welchen Z-Wert Sie ihm geben möchten. Ist es z.B. ein Schattenbahnhof unter ihrer Anlage mit einem Höhenunterschied von 30 cm, dann wird das 2D-Szenario, sobald sich dort ein Fahrzeug zeigt, dieses in X und Y und in der Höhe im Verhältnis zum Hauptszenario, welche Sie mit beispielsweise -300mm angeben, messen. Wenn Sie dann später diese Gleise verbinden erhalten Sie einen abrupten Fall, welches für die Vorausberechnung von Positionen ungünstig ist. Mach Sie daher einen manuellen, gleitenden Übergang in einer 3D-Positionszeichnung

Opsætning af satellit systemet

Ligesom et udendørs GPS bruges det indendørs system til præcist at måle, hvor et givet køretøj befinder sig til enhver tid. Det gøres ved, at flere satellitter – ofte i loftet - samtidigt måler afstandene til et givet køretøj. Disse afstande omregnes, ligesom for en GPS, til køretøjets position i rummet.

Benævnelser:

Satellit: Enhed som hænger i loftet eller på siden/væggen



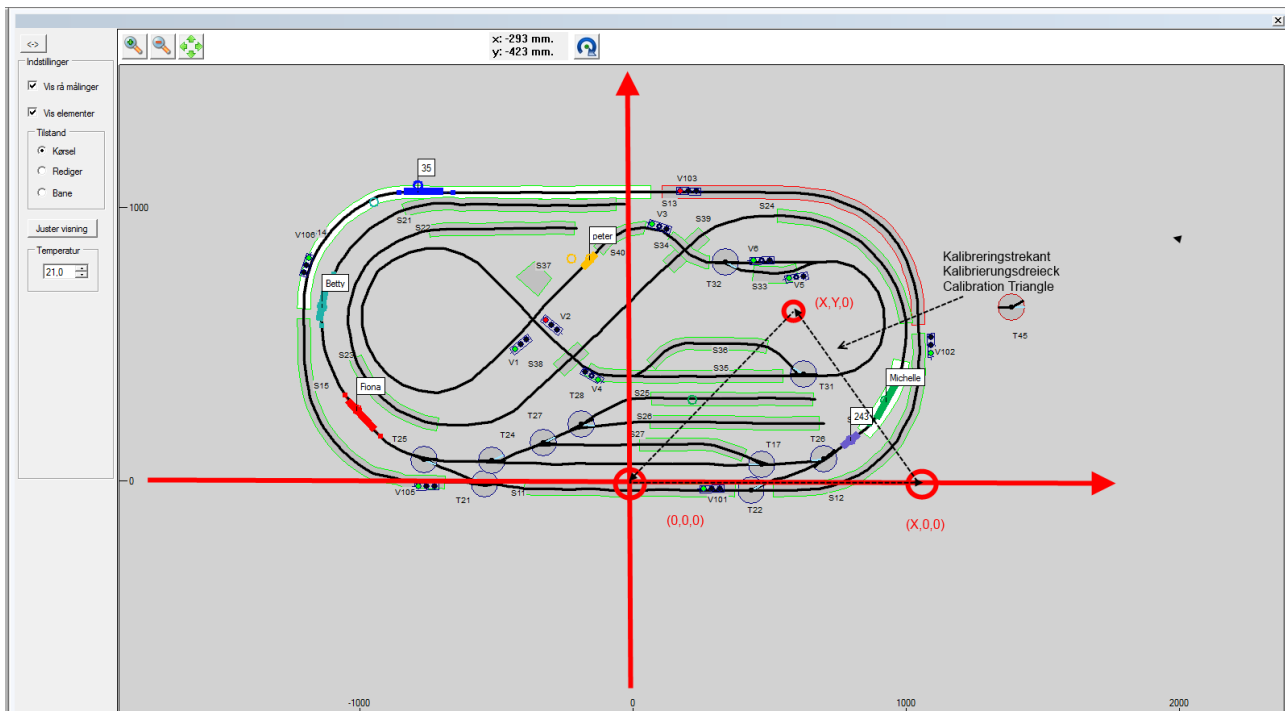
3 satellitter i trekant i loftet:



Sender: Enhed som kører eller skal måles



Kalibreringstrekanten: Den trekant du selv tegner på dit anlæg, og som du selv måler sidelængderne i. Punkterne i den bruges til at beregne satellitternes position. Kalibreringstrekantens grundlinje udgør din X-akse i dit koordinatsystem, og trekantens plan udgør dit grundplan.



Scenario: Et scenario er et koordinatsystem med en, to eller flere satellitter med kendte koordinater. Koordinaterne er fundet ved hjælp af kalibreringstrekanen. Der kan være op til 6 satellitter i et scenario. Der kan være flere scenarier i et rum.

Forbundne scenarier: Et scenario udnævnes til hovedscenario. Alle positioner i de øvrige scenarier tillægges ekstra værdier, så de i stedet for lokale koordinater nu passer i hovedscenariets koordinatsystem. Fordi alle scenarier ved fødslen har deres eget 0-punkt, svarer det til, at scenariernes 0-punkter forskydes i forhold til hovedscenariet.

Standardopsætning

Der skal bruges 3 satellitter. De skal sidde i loftet eller højt på væggen i en trekant med en sidelængde på mellem 1 og 2 meter. Vi tillader op til 5 meter, men vi tilråder at samle satellitterne af hensyn til håndtering af måleusikkerhed.

Den bedste placering er, når hver satellit hænger/peger med sin åbning skråt nedad, ca. 30-45 grader i relation til loftet og i retning mod det længste punkt, hvor man vil måle.

Satellitterne skal have strøm. Det skal være jævnstrøm eller eventuelt DCC fra modeltogsystemer. Nyere udgaver kan bruge batterier.

Kalibrering

Kalibrering betyder, at satellitternes position beregnes, så de får et entydigt 3D-koordinat fuldstændig ligesom det udendørs GPS.

Du bestemmer, hvordan dit lokale koordinatsystem skal lægges. Vi anbefaler, at du lægger det sådan:

- 9) Stil dig foran det, du vil måle: et anlæg, en bane, et gulv.

- 10) Forestil dig, at tegningen af dit anlæg ser ud som på figuren herover. Den del af banen, som er *nærmest* dig, ligger i bunden af skærmen. Foran dig er et vandret anlæg. Det skal vises på en skærm. Du kan for eksempel tage et billede oppe fra loftet med et kamera. Når du ser det billede på skærmen, så er underkanten af billedet den del af dit anlæg, som var tættest på dig, hvis du vender kameraet normalt.
- 11) Læg dit "globale" 0,0,0 til venstre for dig, marker det med et kryds, en tegnestift, eller en label, på anlægget, så du kan bruge et igen.
- 12) Læg din X-akse pegende til højre for dig og læg et punkt, som markerer denne retning mellem 1 og 2 meter til højre. Punktet kaldes X,0,0. Marker det med en label, et tegnestift, eller et kryds.
- 13) Fastlæg dit grundplan. Det gør du ved at lægge et 3. punkt fast foran dig ca. 1-2 meter længere inde, så dine 3 punkter danner en trekant. Vi kalder det 3. punkt X, Y, 0. Denne trekant er dit grundplan. Det er f.eks. rigtig godt, hvis det er samme plan som dit gulv, dit bord eller din plade. Det er ikke så vigtigt, hvor X,Y,0 ligger, om de 3 punkter danner en retvinklet trekant, om den er ligebenet eller skæv. Kun må ingen sider være kortere end 400 mm og længere end 2000 mm, og ingen vinkler alt for spidse. Tilstræb en ligebenet trekant. Marker punktet med label, en tegnestift, eller et kryds. Vi kalder denne trekant for kalibreringstrekanten, (modsat satellittrekanten).
- 14) Med målebånd måler du længden på siderne i kalibreringstrekanten:
 - a. Først 0,0,0 til X,0,0
 - b. Næst X,0,0 til X,Y,0
 - c. Sidst X,Y,0 til 0,0,0
- 15) Nu beregnes de 3 satellitter til dette koordinatsystem ved at måle afstandene fra alle 3 satellitter til de 3 punkter i din kalibreringstrekant. Det gøres i GT-Command-programmet, eller i vores SW-kit. I GT-Command vælger du *Rediger/Scenarie* – hermed bygger du dit første scenarie. Du måler afstanden ved hjælp af en sender, f.eks. container-senderen, en bil, et tog, eller en batterisender. Senderen sættes i de 3 punkter, et ad gangen, i rækkefølge startende med 0, 0, 0 og sluttende med X, Y, 0 og står i hvert punkt længe nok til, at alle 3 afstande er målt stabilt – det ses i programmet, ofte blot 2-3 sekunder. Når alle afstande er målt, afsluttes måleprocessen.
- 16) Indskriv de 3 afstande, du målte med målebåndet i mm i afstandstabellen og tryk OK i programmet. Når du genåbner scenariet, viser den grøn og klar.

Du har nu lavet et indendørs satellitsystem og kan måle en position på enhver sender, som kan ses af de 3 satellitter, og som er inden for senderens rækkevidde. Det afhænger af senderens styrke, men normalt 6 m i små anlæg. Vi kalder dette målesystem for et scenarie- her et 3D-scenarie. Du kan give det dit eget navn.

Udvid dit satellitsystem med flere satellitter

Du kan udvide din overvågning til områder, som dit første scenarie ikke kan dække f.eks., hvis du har en skjult underetage, hvis du har et større areal, eller hvis du har en del genstande, som forhindrer gode målinger et bestemt sted på dit anlæg.

Princippet er hele tiden, at du enten udvider med et nyt scenarie eller sætter flere satellitter ind i et eksisterende scenarie.

Indsæt en satellit mere i et allerede kendt 3D-scenarie

- 7) Opsæt endnu en satellit i forbindelse med de 3, du har. Maksimum 5 meter væk fra den fjerneste.

- 8) Brug GT-Command og vælg i scenariet *Tilføj ny satellit*.
- 9) Brug en sender til at beregne afstanden til den nye satellit med. Det gøres ved at flytte senderen rundt på 4 tilfældige positioner, hvor den kan se både den nye satellit og de 3 øvrige. GT-Command holder selv rede på, om dine målepositioner er gode nok. Brug f.eks. 4 punkter i et rektangel, korteste afstande ca. 500 mm. En fremskridtsbjælke viser, om /når et målepunkt er accepteret, og du kan flytte til det næste punkt.
- 10) Når du er færdig, trykker du OK. Nu har 4 satellitter afstande til din kalibreringstrekanter, og nu kan op til 4 satellit-trekanter (måletrekanter) benyttes til at måle position med (4 kombinationer af 4 satellitter). Se de gyldige kombinationer under måletrekanter i programmet. Nogle trekanter vil IKKE være gyldige, fordi siderne er for lange eller vinklerne for små. Målesystemet vil i givet fald selv finde den trekant, som måler bedst.
- 11) Du kan udvide på denne måde til maks. 6 satellitter i et scenarie. Men...
- 12) Målemetoden har den svaghed, at den øger usikkerheden på de nye trekanter, fordi der skal bruges lange afstande til at måle dem med. Det kan f.eks. ses ved, at højden over planet øges, og der optræder en slags "banan-effekt". Derfor anbefales det kun at øge et scenarie med få modtagere. Ved større udvidelser anbefales nedenstående fremgangsmåde.

Tilføj et nyt scenarie

Du kan tilføje et nyt scenarie med 3 satellitter. Du kan genbruge 1 eller 2 satellitter fra et tidligere scenarie. Opret et nyt scenarie i systemet. Følg metoden beskrevet under kalibrering. Det vigtige her er:

- 6) Du skal nu lave en ny kalibreringstrekanter med 3 nye målepunkter. Det er vigtigt, at denne trekant er i plan med den første trekant, og af praktiske hensyn anbefales det (men er ikke nødvendigt), at dens akser er parallelle med akserne i den første kalibreringstrekanter.
- 7) Når det nye scenarie er kalibreret, har det sit eget 0,0,0. Dette skal nu forskydes på computeren, så dets position passer med de virkelige afstande til hovedscenariet (dit første scenarie). Hvis det nye 0-punkt ligger f.eks. 4 meter ud ad X-aksen på det første scenarie og 3 meter bag X-aksen, så skal det nye scenarie på PC'en forskydes +4000 mm i X og -3000 mm i Y i forhold til hovedscenariet.
- 8) Det gøres i menupunktet *Forbind scenarier*. Her fastlægges hovedscenariet, som du ikke kan flytte på. Vælg det scenarie, du vil flytte, ved at klikke på det. Brug pil-tasterne til at forskyde scenariet, og evt. rotere det, hvis det er lidt eller meget drejet. Du lukker bare vinduet, når du er færdig.
- 9) Hvis nu du bygger med biler eller tog og udvider, hvor du kan køre med en sender, så kan du tegne i 3D i vinduet *Forbind scenarier* ved blot at bevæge senderen. Derved trækkes et spor på skærmen med to farver, en for hvert scenarie. Du kan så fryse en optagelse, der er god i begge scenarier. Du skal nu blot med piltasterne flytte dit nye scenarie, så de to spor ligger præcist over hinanden.
- 10) Hvis dit nye scenarie ligger under/over hovedscenariet, kan du bruge samme metode. Forskellen er blot, at du sjældent kan måle i de to scenarier samtidigt, formodentlig med en meget lille overgang, eller en overgang, som er skjult for begge scenarier. Så må du måle alle 3 forskydninger med et målebånd. Husk du måler med retning fra hovedscenariet. Det er klogt at fastholde parallelle akser, f.eks. en fysisk kant eller en væg.

På denne måde kan du udvide dit rum i princippet, så langt som du har satellitter til.

2D-scenarie

Et 2D-scenarie er et specielt scenarie med kun 2 modtagere. Det forudsætter, at du kører nogenlunde plant eller kun vil måle i en højde.

2D-scenarierne er gode til lange, lave arealer f.eks. skyggebanegårde eller parkeringspladser. Principperne er:

- 7) Mindst 2 maks. 6 modtagere som sidder på række og i samme højde over det plan, hvor der skal måles.
- 8) Opsættes med åbningen så højt som muligt UDENFOR yderste spor, helst ca. 300 mm
- 9) Den første modtager udgør 0, 0, 0. Den første modtager er til venstre, når du står foran anlægget, og modtagerne er mellem dig og anlægget.
- 10) Scenariet måles manuelt med målebånd. Du skal kun bruge 1 højde, nemlig højden over de kørende objekter (husk at fraregne selve køretøjets højde) og alle afstandene mellem modtagerne i rækkefølge og akkumuleret. De indsættes i scenariet, når de er målt.
- 11) Dit 2D-scenarie kan sagtens arbejde alene også med stor højde/afstand.
- 12) Scenariet kan også indgå sammen med f.eks. et 3D-hovedscenarie. Husk her, at 2D-scenariet har sit 0-plan præcis i satellittens åbning. Når du forskyder 2D-scenariet i *Forbind scenarier*, som omtalt ovenfor, skal du selv styre, hvilken Z-værdi du vil give det. Er det f.eks. en skyggebanegård under dit anlæg med 30 cm højdeforskel, så vil 2D-scenariet, så snart et køretøj viser sig der, måle det i X og Y og i den højde i forhold til hovedscenariet, som du indsætter, f.eks. -300 mm. Hvis du senere forbinder disse spor, så får du et brat fald, som ikke er godt for fremregningen af en position. Lav derfor manuelt en glidende overgang i 3D-positionstegningen.